

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-353493

(43)Date of publication of application : 24.12.1999

(51)Int.Cl.

G06T 13/00
G06T 1/00
// G06F 17/00

(21)Application number : 10-158794

(71)Applicant : HITACHI LTD

(22)Date of filing : 08.06.1998

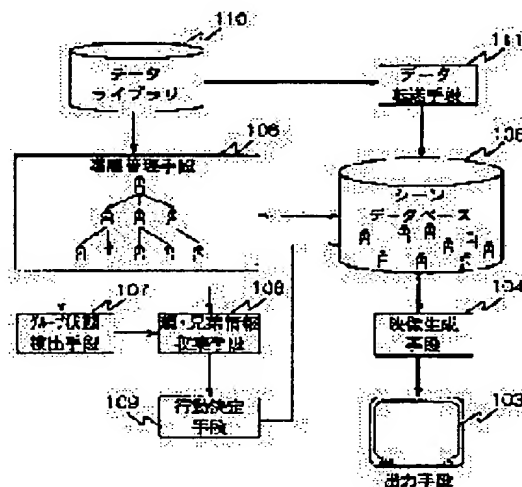
(72)Inventor : MIYOSHI MASANORI
WATANABE NORITO

(54) OBJECT IMAGE CONTROL DEVICE AND METHOD APPLYING HIERARCHICAL MANAGEMENT

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To add the influences of highly effective characters and also to shorten the simulation time by using an image generation means to generate plural objects from the data of a database and an output means to display those generated objects in an image.

SOLUTION: A hierarchical management means 106 performs the hierarchical management of character groups contained in a scene database 105 based on the parentage of them. The characters having the relations of parents, children and brothers to a specific character can be easily specified by the means 106. The group model data obtained by abstracting a group having a hierarchical structure are read from a data library 110, and the data can be generated for the hierarchical management. A group state detection means 107 regards the characters having the descendant relation to the specific character as a group and detects the state of the group based on the information stored in the base 105.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 29.09.2000

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 09.09.2003

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision]

of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-353493

(43)公開日 平成11年(1999)12月24日

(51)Int.Cl.⁸

識別記号

F I

G 0 6 T 13/00

G 0 6 F 15/62

3 4 0 A

1/00

K

// G 0 6 F 17/00

15/20

D

審査請求 未請求 請求項の数17 O L (全 13 頁)

(21)出願番号 特願平10-158794

(22)出願日 平成10年(1998)6月8日

(71)出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目6番地

(72)発明者 三好 雅則

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(72)発明者 渡辺 範人

茨城県日立市大みか町七丁目1番1号 株

式会社日立製作所日立研究所内

(74)代理人 弁理士 小川 勝男

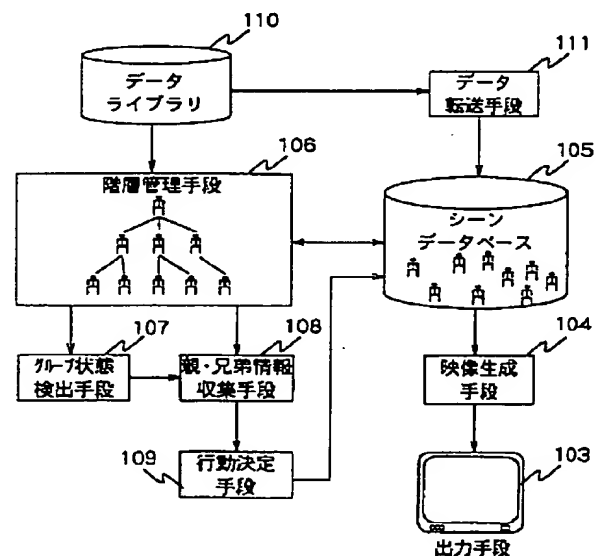
(54)【発明の名称】 階層管理による物体の映像制御装置及び方法

(57)【要約】

【課題】周りのキャラクタを観測して得た情報を用いて、特定のキャラクタの行動を決定する際に、知覚範囲に関係無く影響力の大きなキャラクタの影響を加味し、かつ、シミュレーションの時間を短縮する。

【解決手段】多数の物体が登場する映像を制作する際に、物体単体ではなく、複数の物体で構成される集団の状態を検出し、さらに、上記集団の状態から上記集団に属する物体の行動を決定する。

図 1



【特許請求の範囲】

【請求項1】映像中に複数の物体を表示するために必要なデータを保持するデータベースと、該データベースのデータを使って複数の物体を生成する映像生成手段と、該映像生成手段により生成された複数の物体を映像中に表示する出力手段からなる物体の映像制御装置において、

前記複数の物体を表示するためのデータそれぞれの階層関係を保持する階層管理手段と、

前記データベース中に保持されているデータ及び階層管理手段に保持されている階層関係を用いて、物体間の集団の状態を検出するグループ状態検出手段と、

該グループ状態検出手段の検出結果に基づき、物体がどのように振る舞えばよいのか決定し、決定結果を前記データベースに反映させる行動決定手段とを備え、

前記映像生成手段は該データベースのデータを使って複数の物体を生成し、前記出力手段は該映像生成手段により生成された複数の物体を映像中に表示する物体の映像制御装置。

【請求項2】請求項1記載の物体の映像制御装置において、

前記階層管理手段は、前記複数の物体を、親子関係を利用して階層管理する物体の映像制御装置。

【請求項3】請求項1または2記載の物体の映像制御装置において、

前記行動決定手段は、各グループに属する物体の属性値の平均値によりグループの行動を決定する物体の映像制御装置。

【請求項4】請求項1または2記載の物体の映像制御装置において、

前記グループ状態検出手段は、各物体の存在領域により集団の状態を検出する物体の映像制御装置。

【請求項5】請求項1または2記載の物体の映像制御装置において、

前記グループ状態検出手段は、キャラクタの生死が発生するシミュレーションにおいて、集団の状態としてキャラクタの生存率を検出する物体の映像制御装置。

【請求項6】請求項1または2記載の物体の映像制御装置において、

前記行動決定手段は、各物体の進行方向を決定する物体の映像制御装置。

【請求項7】多数のキャラクタで構成される群集を、類似性を示す複数のキャラクタを統一的に表現するクラスと、

前記クラス間の接続関係を表す関連と、

前記クラスから生成される実体の個数を決定する多重度との組み合わせで表現し、

前記クラスの属性に対して値のばらつき具合を定義する画面を備え、

前記多重度に対して値のばらつき具合を定義する画面を

備える物体の映像制御装置。

【請求項8】請求項7記載の物体の映像制御装置において、

前記クラスの属性と上記多重度に対する値のばらつき具合を最大値と最小値で設定する物体の映像制御装置。

【請求項9】請求項7記載の物体の映像制御装置において、

前記クラスの属性と上記多重度に対する値のばらつき具合を平均値と標準偏差で設定する物体の映像制御装置。

【請求項10】請求項7記載の物体の映像制御装置において、

前記クラスの属性と上記多重度に対する値のばらつき具合を平均値と分散で設定する物体の映像制御装置。

【請求項11】生成する映像に登場する物体のデータを保持し、保持している物体のデータから映像を生成する映像生成方法において、

複数の物体で構成される集団の状態を検出し、上記集団の状態から上記集団に属する物体の行動を決定する物体の映像制御方法。

【請求項12】請求項11記載の物体の映像制御方法において、

上記集団は親子関係により各物体を階層管理している物体の映像制御装置。

【請求項13】請求項11または12記載の物体の映像制御方法において、

上記集団に属する物体に属性値を定義しておき、該属性値を用いて、属性値の平均値を上記集団の状態とする物体の映像制御方法。

【請求項14】請求項11または12記載の物体の映像制御方法において、

上記集団に属する物体の領域を定義しておき、該領域に内包する領域を上記集団の状態とする物体の映像制御方法。

【請求項15】請求項11または12記載の物体の映像制御方法において、

物体の生死が発生するような映像において、上記集団に属する物体の生存率を上記集団の状態とする物体の映像制御方法。

【請求項16】請求項11または12記載の物体の映像制御方法において、

物体の行動を決定する際に、上記物体の進行方向を変更する物体の映像制御装置。

【請求項17】請求項11または12記載の物体の映像制御方法において、

物体の行動を決定する際に、上記物体と子または兄弟または親へ発行する命令を決定する物体の映像制御方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、コンピュータグラフィックスを利用して映像を制作する際において、大量

のキャラクタで構成される群集の制作し制御する方法及び装置に関する。ここで、キャラクタとは、映像に登場する人間や動物の総称のことをいう。

【0002】

【従来の技術】コンピュータグラフィックスを利用して、多数のキャラクタが登場するアニメーション映像を制作する場合、あらかじめ個々のキャラクタが周囲の環境に応じて自律的に行動するように定義し、キャラクタの行動をシミュレーションによって自動的に求める行動シミュレーションと呼ばれる手法が考えられている。

【0003】このような手法では、周りのキャラクタを観測して得た情報を用いて、特定のキャラクタの行動を決定することが多い。従って、キャラクタの数が増えると、あるキャラクタの行動を決定する際に、観測すべきキャラクタの数が多数であるため、行動を決定するためのシミュレーション時間が増大してしまう。例えば、映像に登場するキャラクタの数を n とすると、すべてのキャラクタの状態を決定するために考慮しなければならないキャラクタの数は $n * (n - 1)$ であり、 n の二乗のオーダーで増えてしまう。このようにキャラクタの数が増えるにつれ、シミュレーション時間が増大し、結果としてキャラクタの数が多映像の制作コストが上昇してしまう。

【0004】これらの問題を解決するための従来技術としては、例えば「能動的キャラクタを用いたアニメーション生成手法」（第2回NICOGRAPH 論文コンテスト論文集（1986年）第197頁から206頁に記載されている手法がある。この従来技術においては、各々のキャラクタに知覚範囲を設け、その範囲内のキャラクタのみを考慮の対象としている。この手法では、映像に登場するキャラクタの数を n 、あるキャラクタの知覚範囲に他のキャラクタが入る確率を r とするならば、すべてのキャラクタの状態を決定するために考慮するキャラクタの数は $n(n - 1) * r$ となり、 r を小さくすれば、この数も小さくすることができる。これにより、シミュレーション時間を短縮することができるというものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】上記の従来技術では、各々のキャラクタに知覚範囲を設け、その範囲内のキャラクタのみを考慮の対象とすることで、処理対象のキャラクタ数を減らしているが、この手法では、次の2点の問題点が生じてしまう。

【0006】（1）あるキャラクタの知覚範囲内のキャラクタのみを考慮の対象とするので、知覚範囲外のキャラクタの影響を全く受けることがない。例えば、知覚範囲外に非常に影響力の大きいキャラクタが存在する場合、たとえ空間的に遠くても、その影響を受けて行動すべきであるが、知覚範囲外ということで、まったく影響を受けなくなってしまう。

【0007】（2）あるキャラクタの知覚範囲内に他の

キャラクタが入る確率 r を小さくすることで、シミュレーション時間の短縮を図ることができる。しかしながら、すべてのキャラクタの状態を決定するために考慮するキャラクタの数は $n * (n - 1) * r$ であり、 n の二乗のオーダーでシミュレーションの処理時間が増加することには変わりがない。

【0008】本発明の目的は、知覚範囲に関係無く影響力の大きなキャラクタの影響を加味し、かつ、シミュレーションの時間を短縮することを可能とする映像制御方法及び装置を提供することにある。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するために、本発明では、映像中に複数の物体を表示するために必要なデータを保持するデータベースと、このデータベースのデータを使って複数の物体を生成する映像生成手段と、映像生成手段により生成された複数の物体を映像中表示する出力手段からなる物体の映像制御装置において、複数の物体を表示するためのデータそれぞれの階層関係を保持する階層管理手段と、データベース中に保持されているデータ及び階層管理手段に保持されている階層関係を用いて、物体間の集団の状態を検出するグループ状態検出手段と、グループ状態検出手段の検出結果に基づき、物体がどのように振る舞えばよいのか決定し、決定結果を前記データベースに反映させる行動決定手段とを備え、映像生成手段は該データベースのデータを使って複数の物体を生成し、出力手段は映像生成手段により生成された複数の物体を映像中表示する構成することにより達成される。

【0010】

【発明の実施の形態】まず、図2を用いて本発明における映像制御装置の構成について説明する。

【0011】本実施例の群集制御装置は、一式の計算機200上に実現される。計算機200は、出力装置202と、中央演算装置（CPU）203と、主記憶装置204と、外部記憶装置205とバス206を最低限備えているものである。

【0012】出力装置202は、CRT（陰極線管）ディスプレイ、液晶ディスプレイなど映像を表示する装置である。

【0013】中央演算装置203は、主記憶装置204に記憶されたプログラムに従い、計算機200全体を制御する装置である。

【0014】主記憶装置204は、RAM（Random Access Memory）などデータのアクセスが高速なものであり、中央演算装置203用の制御プログラムやデータを一時的に格納する装置である。

【0015】外部記憶装置205は、主記憶装置204に比べてデータアクセスが低速であるが大容量の記憶容量を持つもの、例えば磁気ディスク、光ディスクなどであり、中央演算装置203用の制御プログラムやデータ

を半永続的に格納する装置である。

【0016】そして、これらの装置は、データを高速にやり取りするバス206で接続されている。

【0017】次に図1を使って本発明の機能構成について説明する。

【0018】本発明の映像制御装置は、出力手段103と、映像生成手段104と、シーンデータベース105と、階層管理手段106と、グループ状態検出手段107と、親・兄弟情報収集手段108と、行動決定手段109と、データライブラリ110と、データ転送手段111を備える。なお、以下に述べる各手段が図2で説明したハードウェア構成のどの装置で実現されるのか特に言及しない場合は、中央演算装置203が主記憶装置204に格納されたプログラムに従い実現するものとする。

【0019】出力手段103は、本装置が生成する映像を表示する手段であり、出力装置202により実現される。

【0020】映像生成手段104は、次に述べるシーンデータベース105に格納されているデータを用いて3次元のCG（コンピュータ・グラフィックス）映像を作成する手段であり、作成される映像を出力手段103を利用して表示する。

【0021】シーンデータベース105は、3次元のCG映像を生成するために必要なデータの集合であり、主記憶装置204に記憶される。ここには、シーンを構築するキャラクタ（人間、ロボット、動物など）、背景オブジェクト（建物、道路など）、光源、カメラ、背景などの情報が格納される。これらの情報は、外部記憶装置205に記憶してもよいが、映像生成手段104が頻繁にシーンデータベース105のデータを参照するので、外部記憶装置205よりもアクセスが高速な主記憶装置204に記憶させる方がよい。

【0022】階層管理手段106は、シーンデータベース105中に存在するキャラクタの群れを、親子関係を使って階層管理する。階層管理手段106によって、特定のキャラクタに対し親、子、兄弟の関係にあるキャラクタを簡単に特定することができる。また、データライブラリ110から、階層構造をもつ群集を抽象化した群集モデルデータを読み込み、階層管理用のデータを構築することもできる。群集モデルデータについては、後で詳細に説明する。

【0023】グループ状態検出手段107は、シーンデータベース105中の情報を使って、特定のキャラクタの子孫の関係にあるキャラクタの群れを一つの集団とみなして、その集団がどのような状態にあるのか検出する。検出した情報は、次に述べる親・兄弟情報収集手段108に送る。

【0024】親・兄弟情報収集手段108は、特定のキャラクタに対して、親および兄弟の関係にあるキャラ

クタの情報を収集する。収集した情報は、行動決定手段109に送る。

【0025】行動決定手段109は、親・兄弟情報収集手段108で収集した情報を基に、処理対象のキャラクタがどのように振る舞えばよいのか決定し、その結果をシーンデータベース105に反映させる。例えば、他のキャラクタが近くに近づいてきたならば、行動決定手段109は、衝突しないように進行方向を変えるように振る舞いを決定して、シーンデータベース105中の自分の進行方向データを変更する。

【0026】データライブラリ110は、シーンデータベース105に保持するデータの素材の集合であり、外部記憶装置205に記憶される。ここには、シーンを構築するキャラクタ（人間や馬などの動物）、階層構造をもつ群集を抽象化した群集モデルデータ、背景オブジェクト（建物、道路など）、光源、カメラ、背景などの素材情報が格納される。

【0027】データ転送手段111は、データライブラリ110から、シーンデータベース105を構築するのに必要なデータを選択し、選択したデータをシーンデータベース105に格納する。

【0028】次に、図3のプロチャートを用いて本発明の映像制御装置による処理の流れについて説明する。

【0029】まず、データ転送手段111により、データライブラリ110からシーンデータベース105を構築するのに必要なデータを選択して、選択したデータをシーンデータベース105に格納する（ステップ300）。

【0030】次に、階層管理手段106は、データライブラリ110から、階層構造をもつ群集を抽象化した群集モデルデータを抽出し、階層管理用のデータを構築する（ステップ302）。

【0031】そして、群集シミュレーション処理が終了するまで、ステップ306～ステップ314の処理を繰り返す（ステップ304）。シミュレーションは、例えば、あらかじめ定められた特定の回数に達したら終了させる。

【0032】ステップ306では、シーンデータベース105中の全キャラクタに各々について、以下のステップ308～ステップ312の処理を繰り返すものである。ここでの処理の順番は特に限定しないが、親から子へと再帰的に行ってもよい。

【0033】ステップ308では、親・兄弟情報収集手段108が、ステップ306で定めた処理対象のキャラクタの親と兄弟のキャラクタに対して、以下のステップ310の処理を繰り返す。

【0034】ステップ310では、グループ状態検出手段107が、シーンデータベース105中の情報を使って、ステップ308で定めた処理対象のキャラクタの子孫の関係にあるキャラクタの群れを一つの集団とみなし

て、その集団がどのような状態にあるのか検出する。

【0035】ステップ312では、ステップ310で収集した情報を基に、行動決定手段109が、ステップ306で定めた処理対象のキャラクタがどのように行動すべきか決定し、結果をシーンデータベース105に反映させる。

【0036】ステップ314では、映像生成手段104が、シーンデータベース105に格納されているデータを用いて3次元のCG映像を生成し、結果を出力手段103に表示する。

【0037】尚、図3に示すフローによる処理は、図示しないがこのフローが行うプログラムを記憶したCD-ROMやDVD-ROM等の記憶媒体を図2に示す計算機にインストールしても実行可能である。

【0038】次に、本発明の階層管理について説明する。

【0039】ここでは、階層管理手段106が、どのように複数のキャラクタデータを管理するのかについて説明する。

【0040】本発明ではキャラクタの群れを効率よく管理するために、木構造を採用する。木構造は、一つの親データに複数の子データを関連付けるデータ管理手法である。簡単な木構造の例を図4に示す。キャラクタ400～404は、シーンデータベース105中のキャラクタであり、階層管理手段106は、図に示したようにキャラクタ間に関連をつけている。キャラクタ400は、キャラクタ401～404の親であり、逆に、キャラクタ401～404は、キャラクタ400の子である。キャラクタ401を基準に考えると、親はキャラクタ400であり、この関係410を親子関係と呼ぶ。また、キャラクタ401にとって、キャラクタ402～404は兄弟であり、この関係411を兄弟関係と呼ぶ。この例では、簡単のため親子の2階層分しか示していないが、子はさらに子を持つことができるし、親はさらに親をもつことができる。

【0041】次に、上述したキャラクタの群れの構造を計算機上に実装する方法を図4を使って説明する。ここでは、オブジェクト指向のソフトウェア設計・実装手法の考え方に従い、オブジェクトでキャラクタを表わす。オブジェクトとは、位置、進行方向、体力値などのデータと、「攻撃する」「逃げる」などの振舞いを一体にしたものである。図4の親子関係を持つキャラクタの群れをオブジェクトを用いて表現した例を図17に示す。オブジェクト1750、オブジェクト1754は、キャラクタを表現するオブジェクトであり、それぞれキャラクタ1、キャラクタ2という個々のキャラクタを識別するための情報である名前（識別情報）を持っている。そして、関連1752はオブジェクト間の関連を示すものであり、オブジェクト1750とオブジェクト1754の親子関係を示している。C++などのオブジェクト指向プ

ログラミング言語を利用すれば、オブジェクトは容易に実現可能である。プログラム実行の際に必要なに応じて生成されるオブジェクトは主記憶装置などに格納される。

【0042】次に、図5により、もう少し複雑なキャラクタの群れの例を示す。図5(a)はキャラクタの空間的な分布を表して、図5(b)はそれに対応するキャラクタの階層構造を示している。階層構造の第一階層と第二階層の關係に注目すると、キャラクタ500は、キャラクタ510、520、530の親であり、逆に、キャラクタ510、520、530は、キャラクタ500の子である。また、キャラクタ510、520、530は兄弟の關係にある。同様に、階層構造の第二階層と第三階層の關係に注目すると、キャラクタ510は、キャラクタ511、512、513の親であり、逆に、キャラクタ511、512、513は、キャラクタ510の子である。そして、キャラクタ511、512、513は兄弟の關係にある。

【0043】このように、木構造で階層を管理することにより、特定のキャラクタの親、子、兄弟の關係にあるキャラクタを容易に得ることが可能になる。

【0044】次に、親・兄弟情報収集について説明する。

【0045】親・兄弟情報収集手段108は、処理対象のキャラクタの行動を決定するのに必要な情報を収集し、収集した情報を実際に行動を決める行動決定手段109に転送する。本発明では、処理対象のキャラクタの親および兄弟の關係にあるキャラクタの情報を基にして行動を決定する。従って、親・兄弟情報収集手段108は、処理対象のキャラクタに対して親および兄弟の關係にあるキャラクタを選択して、その情報をグループ状態検出手段107を使って収集することになる。親・兄弟情報収集手段108が、どのようにキャラクタを選択するのか図を使って説明する。

【0046】図6は、処理キャラクタ510が処理対象である場合の、親と兄弟の選択の様子を示している。矢印600は親のキャラクタ500を選択することを示している。矢印601と602は、それぞれ、兄弟の關係あるキャラクタ520と530を選択することを示している。

【0047】図7は、処理キャラクタ511が処理対象である場合の、親と兄弟の選択の様子を示している。矢印700は親のキャラクタ510を選択することを示している。矢印701と702は、それぞれ、兄弟の關係にあるキャラクタ512と513を選択することを示している。

【0048】次に、グループ状態検出について説明する。

【0049】グループ状態検出手段107は、特定のキャラクタとその子孫で構成されるグループの状態をどのように検出するのか説明する。

【0050】グループの状態として、例えば、戦闘状態にあるとか、興奮状態にあるとかのいろいろな状態が考えられる。あるグループに属するキャラクタの属性値の平均値をグループの状態と考えることもできる。例えば、キャラクタに年齢という属性があるならば、グループを構成するキャラクタ全ての年齢の平均を求めてそのグループの状態と考えることもできる。

【0051】ここでは、その一例として集団の空間的な分布状態、すなわち、存在領域を、グループの状態とする場合について説明する。

【0052】図8は、キャラクタ単体の存在領域を説明するための図である。キャラクタ800の足元にある円形の領域は、キャラクタ800の存在領域801を示している。存在領域801は、空間的にキャラクタ800が存在する領域であり、この領域に他のキャラクタが入り込むことはない。ここでは、存在領域801の形状として、簡単のため円形を採用しているが、これは矩形や自由曲線で閉じた領域など何でもよい。

【0053】図9は、複数のキャラクタで構成されるグループの存在領域を説明するものである。キャラクタ900は、キャラクタ901、902、903の親の關係にあり、集団のリーダ的な役割を果たす。存在領域910は、キャラクタ900単体に対する存在領域である。一方、存在領域914は、キャラクタ900とその子孫であるキャラクタ901、902、903を含めた存在領域である。グループの存在領域は、キャラクタ900単体の存在領域910と、その子孫の存在領域911、912、913を内包する円を求めることで、得ることができる。

【0054】次に、図10を使って、さらに複雑な階層をもつ群集に対する存在領域の求め方について説明する。ここでは、階層構造図で領域1050で囲まれた部分、すなわち、キャラクタ500とその子孫で構成されるグループの存在領域1040を検出している。存在領域1040は、次の手順で検出する。まず、キャラクタ500単体に対する存在領域1000を求める。次に、キャラクタ500の子に当たるキャラクタ510、520、530とその子孫について、それぞれ存在領域を求める。キャラクタ510とその子孫の存在領域は存在領域1010である。同様に、キャラクタ520とその子孫の存在領域は存在領域1020であり、キャラクタ530とその子孫の存在領域は存在領域1030である。これらの存在領域1000、1010、1020、1030を内包する円領域として、存在領域1040を求めることができる。

【0055】さらに、図11を使って、図10と同じ階層をもつ群集の別の部分集団に対する存在領域の求め方について説明する。ここでは、階層構造図で領域1150で囲まれた部分、すなわち、キャラクタ510とその子孫で構成されるグループの存在領域1010を検出し

ている。存在領域1010は、次の手順で検出する。まず、キャラクタ510単体に対する存在領域1110を求める。次に、キャラクタ510の子に当たるキャラクタ511、512、513について、それぞれ存在領域を求める。キャラクタ511には子孫が存在しないためキャラクタ単体に対する存在領域1111を求める。同様に、キャラクタ512の存在領域は存在領域1112であり、キャラクタ513とその存在領域は存在領域1113である。これらの存在領域1110、1111、1112、1113を内包する円領域として、存在領域1010を求めることができる。

【0056】次に、図12を用いて、キャラクタの行動決定の仕方について、具体的な例を用いて説明する。

【0057】まず、多数のキャラクタが、互いに衝突しないように走るという単純な行動シミュレーションの場合を考える。このような、シミュレーションでは、特開平1-193974号公報（「動画像生成方法及び装置」）に記載の手法を用いれば良い。この従来技術による手法は、例えば、好き嫌いの度合いに対応するような仮想的な量をキャラクタにパラメタとしてあらかじめ割り振っておき、この量をもとにキャラクタ間に引力や斥力を発生させて、キャラクタの群れる様子や、衝突を回避する様子を生成するものである。

【0058】図12には、この手法を使ってキャラクタの進行方向を決定する例を示している。シミュレーションに登場するのは、キャラクタ1210、1220、1230の3キャラクタであり、各々自律的に行動するように行動シミュレーションを行っている。キャラクタ1210の進行方向を決める際には、他のキャラクタ1220、1230との関係を考慮する。ベクトル1250は、キャラクタ1210とキャラクタ1220の關係から求まるキャラクタ1210の進行方向を表すベクトルである。このベクトルはキャラクタ1210からキャラクタ1220へ向かうベクトルであり、大きさは、両者に割り振ったパラメタ値と両者間の距離によって決定される。例えば、両者が親密な關係にあることを示すパラメタ値が割り振られていて、両者間の距離が一定値以上であるならば、両者は接近するように、キャラクタ1210からキャラクタ1220へ向かう方向にベクトル1250は決められる。両者が親密な關係にあることを示すパラメタ値が割り振られていても、両者間の距離が一定値以下に接近していて衝突しそうな場合には、回避行動をとるために、キャラクタ1220からキャラクタ1210へ向かう方向にベクトル1250は決められる。

【0059】ここではキャラクタが2体の場合を説明したが、キャラクタが複数の場合には、キャラクタ毎に進行方向を示すベクトルを求めて、それらを足し合わせることで、最終的な進行方向を決めればよい。ベクトル1240は、キャラクタ1210とキャラクタ1230の關係から求まるキャラクタ1210の進行方向を決めるベク

トルである。このベクトル1240と前述のベクトル1250を合成したベクトル1260が、最終的なキャラクタ1210の進行方向になる。

【0060】次に、この手法を本発明に適用する方法を図13を用いて説明する。ここでは、階層管理を用いて、特定のキャラクタとその子孫を仮想的なキャラクタ一体と考え処理を単純化する。キャラクタ500の子供であるキャラクタ510の進行方向を決定する場合に、キャラクタ510とその子孫で構成されるグループを仮想的なキャラクタ1310一体で代表させる。キャラクタ1310の存在領域は、キャラクタ510とその子孫の存在領域1010と同じである。同様に、キャラクタ520とその子孫で構成されるグループを代表するのが、仮想的なキャラクタ1320であり、その存在領域が1020である。キャラクタ530とその子孫については、キャラクタ1330が代表し、存在領域は1030である。このように考えると、キャラクタ510の行動を決定する場合に、その周辺に存在する他のキャラクタすべてを考慮するのではなく、親であるキャラクタ500と、兄弟とその子孫を単純化した仮想的なキャラクタ1310、1320、1330だけを考慮するだけでよくなる。

【0061】仮想キャラクタ1310の進行方向を決定するには、前述した進行方向決定方法を利用する。この時、キャラクタ500と、仮想キャラクタ1320、1330との関係のみを考慮すれば良い。計算の結果求まる進行方向がベクトル1340であるとする、親の意向を子に反映させるために、親の進行方向を表すベクトル1330を加えて最終的なベクトル1350を求める。両者を単に加えるのではなく、各ベクトルに重みをつけて足し合わせて、親の意向へ従う度合いを変えても良い。

【0062】ここでは、あるキャラクタの親および兄弟の状態を基にして、自分の行動を決定する方法の一例を説明してきた。具体的には、用いる状態が存在領域であり、決定する行動が進行方向である場合を想定した。当然これ以外の方法も考えられる。

【0063】例えば、たくさんの兵士が戦い合う戦場シーンの映像を制作する場合を考える。兵士の行動は、突撃したり、撤退したりというように、戦況に応じて変化させたい。

【0064】この場合、兵士には階層的な指揮系統が存在し、また各キャラクタを“撤退”“突撃”などの命令で制御可能ならば、あるキャラクタの部下の生存状況に応じて、その部下へ発するの命令を変えることで部下のキャラクタの動きを制御すればよい。

【0065】この様子を図15を使って説明する。キャラクタ上に施した×印は、そのキャラクタが戦闘に敗れて死んでいることを示している。処理対象のキャラクタ500は、まず、部下すなわち子孫のキャラクタ510、

520、530に生存率を問い合わせる(矢印1600)。生存率を問われたキャラクタは、生存率を調べるために、自分の状態を調べると共に、子孫が存在するならば、その生存率を再帰的に調べる。キャラクタ500は、部下の生存率を収集し終わると、次に、部下に発行する命令を決定する。発行する命令を決定するのが、命令テーブル1604である。これは、生存率と発行する命令の対応関係を示しており、生存率が分かると命令を引くことを可能にする。生存率が、10%未満の場合は撤退命令を、10%以上60%未満の場合は突撃命令を、60%以上の場合は戦闘命令を示している。決定した命令は、部下のキャラクタ510、520、530に対して発行される(矢印1602)。

【0066】このようにすることで、部下の生存率に応じて部下へ発する命令が変化し、部下の行動を制御することが可能になる。ここでは、部下の生存率に応じて、部下への命令を変化させる例を示したが、兄弟の状況に応じて、部下への命令を変化させる例も考えられる。近くに兄弟がいない場合には、部下に対して行進するように命令を発行し、兄弟が自分に近づく、部下に対して戦闘を始めるように命令を発行させるようにすれば、戦いのシミュレーションが実現できる。

【0067】また、部下の状態を基にして、上司が部下に命令を与えるのではなく、逆に、部下が上司の状態を基にして、自分の行動を決定することも可能である。こうすることで、例えば、上司が死にかけている状態であるならば、部下が自分の判断で、戦闘を放棄し戦場から撤退するような行動シミュレーションが可能になる。また、兄弟の関係にあるキャラクタに対して命令を発行しても良い。

【0068】ここでは、状況に応じて、キャラクタが命令を発行する例を示したが、代わりにユーザである人間が命令を発行してもよい。行動シミュレーションの結果がユーザの望み通りにならない場合に、ユーザが適宜キャラクタに命令を与えることで、ユーザの望むようなシミュレーションの結果へと導くことが可能になる。

【0069】次に、これまでに述べてきた階層管理された群集を、どのように定義して生成するのか具体例を挙げて説明する。ここでは、ある群集を抽象化して簡潔に表現したものを群集モデルと呼ぶことにする。具体例として、軍隊組織を表現する群集モデルを図14に示す。図14(a)にはその軍隊組織の具体例を示しており、図14(b)にはその組織を抽象化した群集モデルを示している。また、群集モデルの記述には、代表的なオブジェクト指向のソフトウェア設計手法であるOMT(Object Modeling Technique)で定める表記法を使っている。以下、表記法の説明を交えながら、図14を説明する。

【0070】矩形で囲まれているのは、クラスであり、似たような属性を持ち、また、同じような振る舞いをす

る複数のキャラクタを統一的に表現するものである。例えば、山田中隊長1450と鈴木中隊長1451の2キャラクタを考える。両方とも中隊長という職に就いており、職務上の権限など多くの共通項を持つ。この共通の特徴を統一的に表現するのが中隊長クラス1402である。同様に、大隊長クラス1400は、大隊長の特徴をもつキャラクタを表現している。なお、複数のキャラクタを抽象化して得られるクラスに対して、山田中隊長や鈴木中隊長のような具象的なキャラクタを実体と呼ぶ。

【0071】ここで、大隊長クラス1400は、属性1410と操作1411からなる。属性1410は、年齢、攻撃力、体力など、大隊長クラス1400が備える属性を示しており、その値は実体ごとに異なる。操作1411は、「戦況を見極める」や「部下に指示を出す」など、大隊長クラスが備える機能を示している。この操作は、同じクラスのすべての実体で共通であるが、実体の属性値によって、振る舞い方を変えさせることも可能である。

【0072】線分で表記される関連1404は、クラス1400と、クラス1402の間になんらかの関連があることを示している。クラス1400がクラス1402の親クラスであり、逆に、クラス1402がクラス1400の子クラスである、という関連を表している。

【0073】黒丸で表記される多重度1406は、関連1404で連結されるクラス1400、1402の実体の個数を制限するものである。部長クラス1400の実体一つに対して、ゼロまたはそれ以上の課長クラス1402の実体が対応することを示している。

【0074】次に、この群集モデルの定義の仕方を図15を使って説明する。

$$v1 = (\text{rand} * (\text{max} - \text{min}) + \text{min})$$

ここで、属性値が整数に限定されるならば、求めるべき値v2は次式のようにになる。

$$v2 = \text{floor}(\text{rand} * (\text{max} - \text{min}) + \text{min})$$

ただし、floor()は()内の値を超えない最大の整数を返す関数である。属性値が取り得る値に応じて、(数1)と(数2)は使い分ければ良い。

【0081】また、ここでは、最小値と最大値間のばらつきが一樣であると考えたが、ばらつき具合が、正規分布、ポアソン分布、二項分布など様々な分布関数に従うと考えてもよい。この場合、上記randが一樣な乱数ではなく、特定の分布に従う乱数であると考えて、(数1)または(数2)を適用すればよい。最大値、最小値で指

$$v3 = \text{sigma} * \text{nrnd} + \text{mean}$$

また、ある属性値のばらつき具合を平均値と標準偏差で指定する代わりに、平均値meanと分散varianceで指定してもよい。この場合、求めるべき値v4は次のようになる。ただし、sqrt()は()内の値の平方根を返す関数

$$v4 = \text{sqrt}(\text{variance}) * \text{nrnd} + \text{mean}$$

また、ばらつき具合に1/fのゆらぎを与えることも可

【0075】編集ダイアログ1500は群集モデルを編集するものである。ここでは、まず、クラス、関連、多重度に対応する図形を、組み合わせて群集モデルを組上げる。

【0076】次に、クラスから実体を生成するときの、属性値のばらつき度合いをクラスごとに設定する。これを行うのが、属性設定ダイアログ1510である。ここでは、大隊長クラス1400に対する、属性のばらつき度合いを設定している。属性設定ダイアログ1510では、クラスの各々の属性について、その値の取り得る範囲を最小値と最大値で設定する。ここで、表の構成要素をセルと呼ぶことにすると、年齢属性1514に対して、セル1515にて最小値45、セル1516にて最大値55を設定している。

【0077】多重度設定ダイアログ1520では、多重度のばらつき度合いを関連ごとに設定する。ここでは、多重度1406のばらつき度合いを設定しており、セル1523では最小値1、セル1524では最大値2を設定している。

【0078】次に、このように定義した群集モデルから群集の実体をどのように生成するのか説明する前に、属性設定ダイアログ1510と多重度設定ダイアログ1520で設定した、最小値と最大値から実際の値を求める方法を述べる。この値を求めるには様々な方法が考えられるが、最小値と最大値間のばらつき具合が一樣であると考え、乱数で値を決めるのが簡単である。最小値をmin、最大値をmax、範囲(0, 1)の一樣な乱数をrandとすると、求めるべき値v1は次式のようにになる。

【0079】

【数1】

…(数1)

【0080】

【数2】

…(数2)

定する方法の代案として、平均値と標準偏差で指定してもよい。例えば、ある属性値のばらつき具合が平均値がmean、標準偏差がsigmaの正規分布に従うと考えるのなら、求めるべき値v3は次のようになる。ただし、nrndは平均値0、標準偏差1の標準正規分布に従う乱数であるとする。

【0082】

【数3】

…(数3)

である。

【0083】

【数4】

…(数4)

能である。

【0084】次に、群集モデルから群集の実体をどのように生成するのか説明する。

【0085】まず、多重度設定ダイアログで設定した多重度情報に従い、キャラクタの実体を生成する。今、大隊長1400と中隊長1402だけに注目すると、大隊長1400に対する中隊長1402の多重度は、多重度設定ダイアログ1520で設定した情報から決定される。最小値1、最大値2であるので、(数2)に従えば、多重度は1または2となる。すなわち、大隊長1400の実体1キャラクタ当たり、中隊長1402の実体を1または2キャラクタ生成することになる。キャラクタの実体を作るときには、属性設定ダイアログで指定した情報を基にキャラクタの実体の属性値を決定する。例えば、大隊長1400については、属性設定ダイアログ1510で、各々の属性について最小値と最大値を設定してあるので、それぞれ(数1)または(数2)を用いて値を決定する。この結果、年齢は45～55、攻撃力は75～85、体力は65～75、すばやさは22～38、運は45～55の範囲で決定される。

【0086】キャラクタの属性の例としては、ここで示したもの以外にも、他のキャラクタから受けた命令に従う割合を示す従順度も考えられる。これによって、命令に従順なキャラクタや、命令に従わないキャラクタなどの個性を表現できる。また、命令に強さという概念を導入して、強い命令、弱い命令などを表現することも考えられる。強い命令には従う確率は高くなるし、弱い命令は無視する確率が高くなるような行動決定が実現できる。命令の強さは、命令を発行する際の付加情報として発生させ、命令とともにキャラクタへ送られる。命令の強さは、数値で表すことが可能であり、例えば、値が1の場合が最も強く、0の場合が最も弱いと考えればよい。

【0087】また、ここではキャラクタの属性は、静的なもので時間が経過しても属性値は変化しない例を示したが、属性値を時間の経過に従って変化させてもよい。この場合、上記の属性値の決定を、キャラクタの実体生成時に行うのではなく、行動シミュレーションを実行する度に、動的に属性値を決定すればよい。

【0088】このような手順を踏むことにより、群集を抽象的に表現した群集モデルを簡潔に定義することが可能になり、さらに、必要に応じて、その群集モデルから群集の実体を作成することも可能になる。

【0089】以上の発明の一実施例を説明した。この実施例は、コンピュータグラフィックスを利用した映像制

作に利用できる。また、コンピュータグラフィックスを利用した映像制作システムにも適用可能である。また、本発明を実現するプログラムを、フロッピーディスク、コンパクトディスク等の、記録媒体に保持することも可能である。

【0090】

【発明の効果】本発明によって、特定のキャラクタの行動決定に必要な他のキャラクタの情報を、階層関係を使って効率良く取捨選択が可能になり、シミュレーション時間の短縮を図ることが可能になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の群集制御装置の機能構成図である。

【図2】本発明の群集制御装置のハードウェア構成図である。

【図3】群集制御装置全体の処理の流れを示すフローチャートである。

【図4】親子・兄弟の関係を示す図である。

【図5】階層管理された集団を示す図である。

【図6】親・兄弟の選択例その1を示す図である。

【図7】親・兄弟の選択例その2を示す図である。

【図8】キャラクタ単体の存在領域を示す図である。

【図9】グループとしての存在領域を示す図である。

【図10】グループの存在領域の検出例その1を示す図である。

【図11】グループの存在領域の検出例その2を示す図である。

【図12】キャラクタの行動の決定方法を示す図である。

【図13】存在領域に応じたキャラクタグループの進行方向の決定方法を示す図である。

【図14】群集モデルとそれに対応する群集の実体に例を示す図である。

【図15】群集モデルの定義画面例を示す図である。

【図16】生存率に応じた命令発行の様子を示す図である。

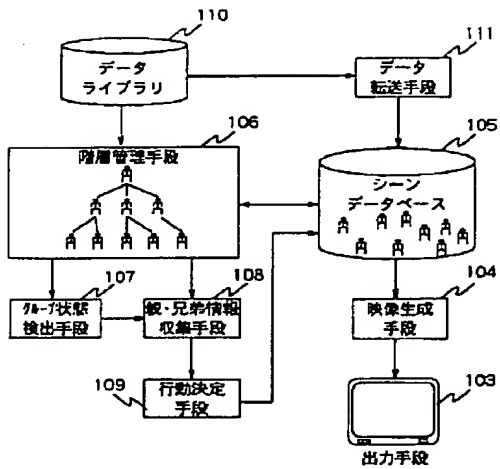
【図17】キャラクタのオブジェクト構造を示す図である。

【符号の説明】

103…出力手段、104…映像生成手段、105…シーンデータベース、106…階層管理手段、107…グループ状態検出手段、108…親・兄弟情報収集手段、109…行動決定手段、110…データライブラリ、111…データ転送手段。

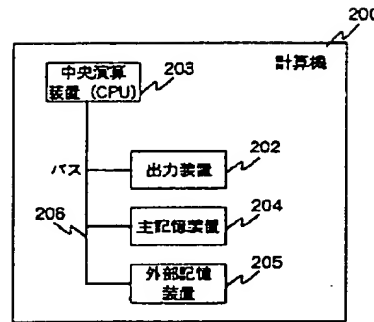
【図1】

図 1



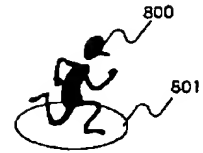
【図2】

図 2



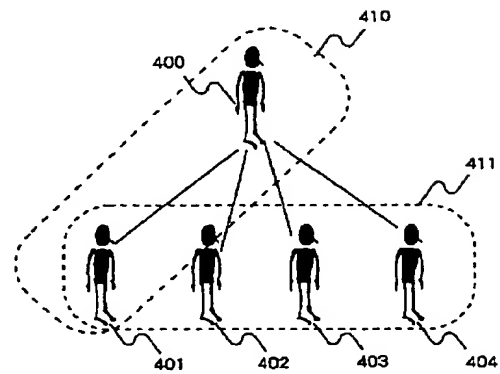
【図8】

図 8



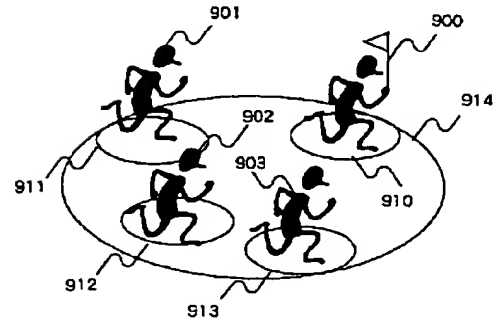
【図4】

図 4



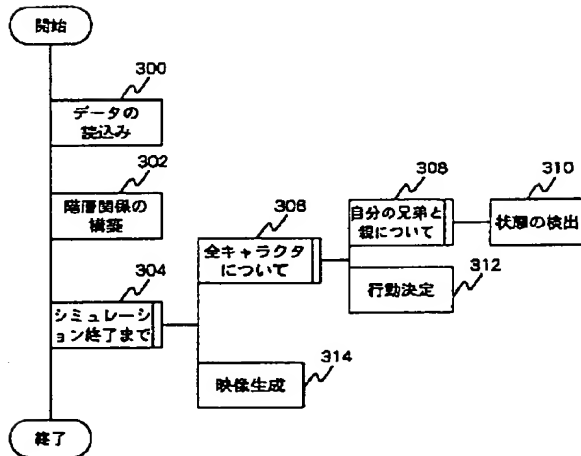
【図9】

図 9



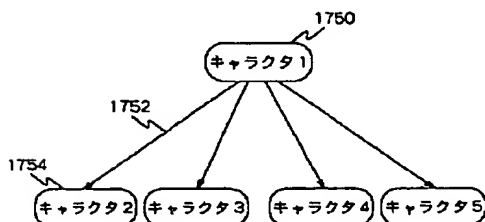
【図3】

図 3

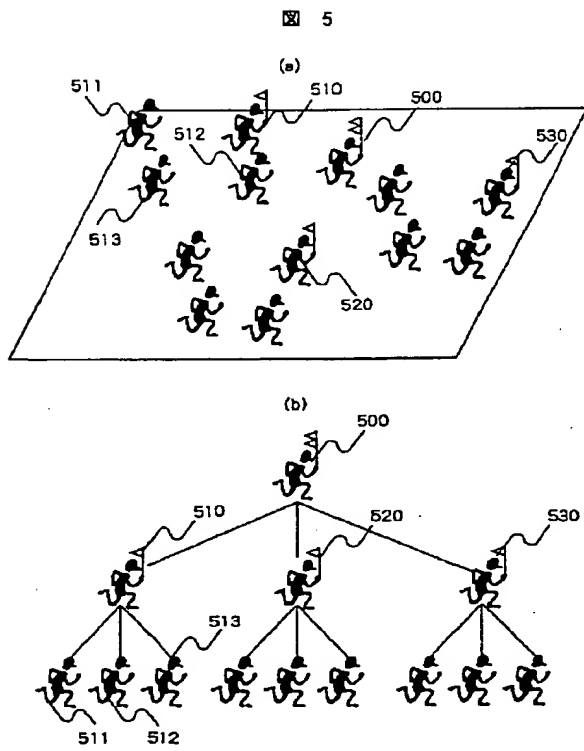


【図17】

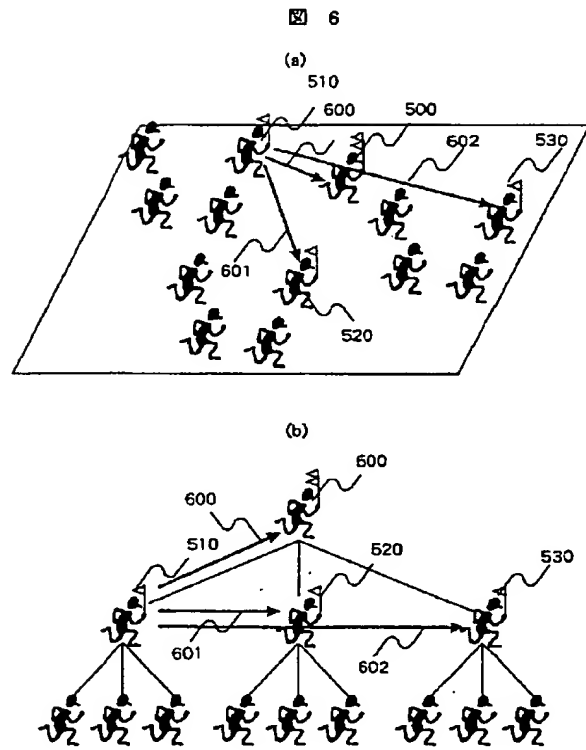
図 17



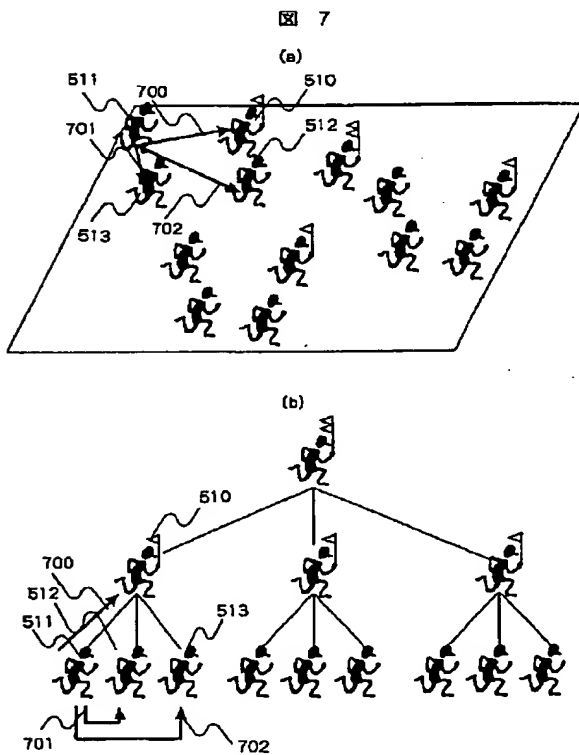
【図5】



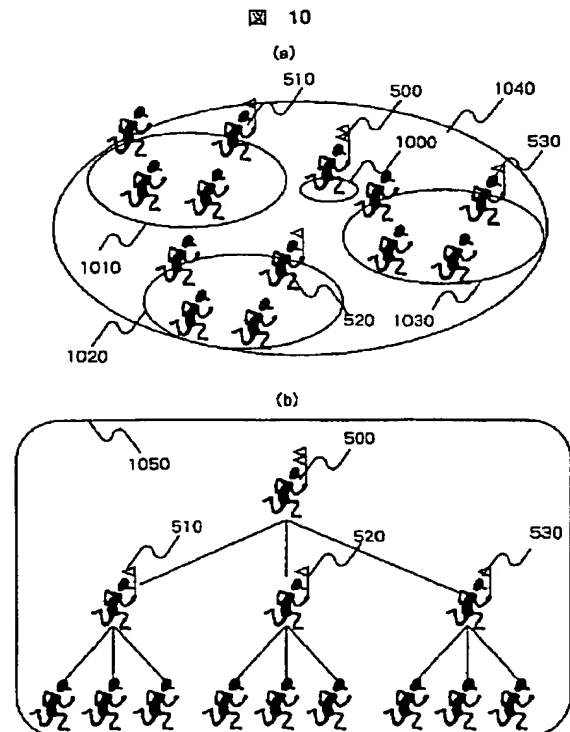
【図6】



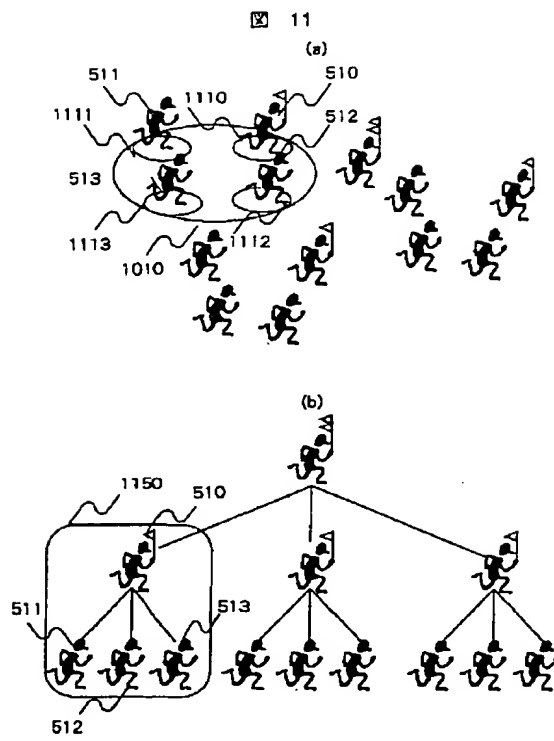
【図7】



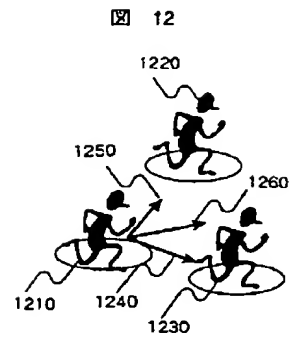
【図10】



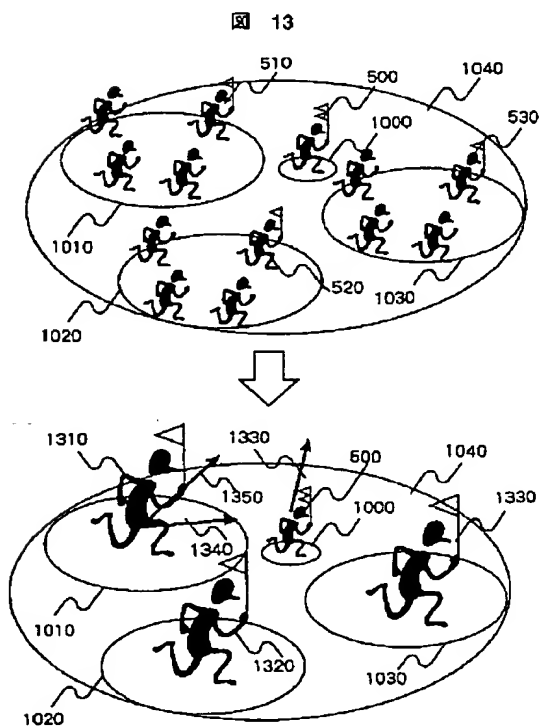
【図 1 1】



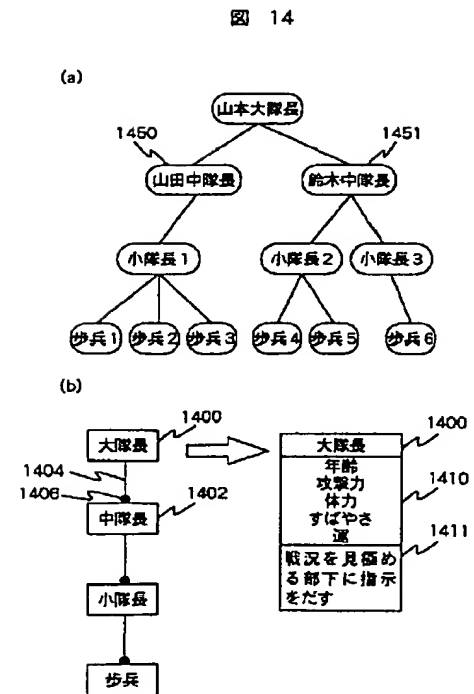
【図 1 2】



【図 1 3】

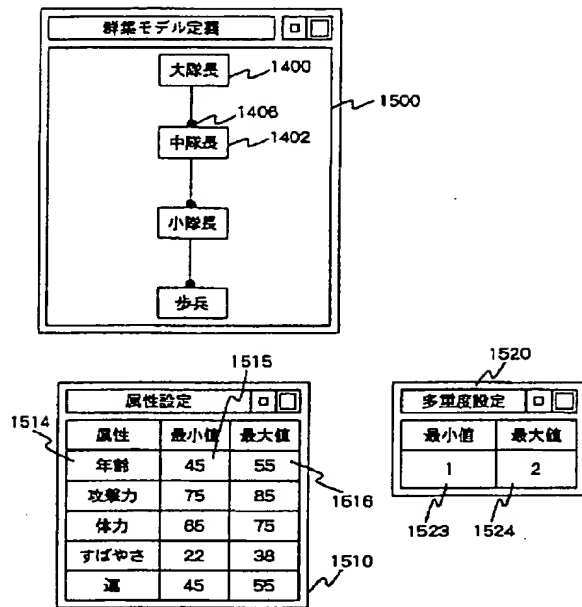


【図 1 4】



【図15】

図 15



【図16】

図 16

